Determinación del tiempo de barrido para recolección remota de datos en una configuración punto-multipunto

Determination of the scan time for remote data acquisition in a point — multipoint configuration

Ramón Robalino

Resumen

El intercambio de datos entre equipos supone retos tecnológicos que involucran soluciones de hardware y de software. Cuando se trata de dos equipos la solución resulta sencilla. Si involucra más de dos equipos la solución resulta compleja. La comunicación entre muchos equipos nos lleva a la idea de red. El software que gestione el traslado de los datos entre ellos resolverá problemas de acceso al medio de transmisión, direccionamiento de los equipos, enrutamiento de datos, velocidad de transmisión, etcétera. Los llamados protocolos implementan soluciones para resolver este tipo de problemas. El protocolo DF1 Half Duplex es uno de ellos, con él podemos implementar un sistema de comunicación basado en el esquema maestro/esclavo. La primera parte de este trabajo implementa una solución de este tipo.

El protocolo Half Duplex se utiliza mucho en los sistemas SCADA, los cuales realizan la recolección de datos desde diferentes lugares remotos, centralizándolos en un lugar para efectos de supervisión y control. La segunda parte de este trabajo propone un método para determinar los tiempos involucrados en dicha recolección de datos. Utilizando equipos como computadoras personales, controladores lógicos programables, radio modems, osciloscopios y software industrial se obtuvieron diferentes formas de onda que reflejan el funcionamiento del protocolo utilizado. Se hace evidente también, la forma en que los datos son transmitidos por los radio modems.

Abstract

The exchange of data between equipments poses challenges technological solutions that involve hardware and software. When these are two equipments, the solution is simple. When it involves two equipments over the solution is complex. Communication among many equipments leads to the network concept. The software that manages the transfer of data between them resolves problems of access to the media transmission, addressing, routing, data transmission speed, and so on. The so-called protocols implement solutions to solve such problems. The protocol DF1 Half Duplex is one of them; it can implement a communication system based on the schema master / slave. The first part of this work implements such a solution.

The Half Duplex protocol is widely used in SCADA systems. These systems perform the collection of data from various remote locations, in a centralized location for purposes of monitoring and control. The second part of this paper proposes a method to determine the time involved in collecting such data. Using equipment such as personal computers, programmable logic controller, radio modems, industrial software and scopes get different waveforms that reflect the operation of the protocol used. It was possible to see, how the data are transmitted by the radio modems.

Palabras claves

DF1 Half Duplex, adquisición de datos remotos, radio MODEM, tiempo de barrido, punto-multipunto.

Key words

DF1 Half Duplex, remote data acquisition, radio MODEM, scan time, point-multipoint.

INTRODUCCIÓN

La recolección de datos remotos hacia una estación central presenta varios retos. Este trabajo de investigación aplicada propone una solución para dos de los mismos: el primero es la existencia de información genérica y no detallada del uso de un protocolo para una configuración punto-multipunto, este es el primer objetivo a lograr. El segundo es un método propuesto para la determinación de los tiempos involucrados en el tiempo de barrido de un sistema de recolección de datos remotos. Este es también el segundo objetivo a lograr.

FUNDAMENTOS

Los sistemas de comunicación actuales permiten que la supervisión y el control de procesos industriales sean realizados por mandos a distancia. Es así que sistemas de control con PLC, DCS o sistemas dedicados estén orientados al control integral de procesos que cubren amplias distancias. SCADA son las siglas de Supervisión Control y Adquisición de Datos. Algunos autores lo definen también como la tecnología que habilita la colección de datos de locaciones remotas, así como el envío de información a estas locaciones. SCADA permite que se omita la necesidad de tener operadores en estas locaciones remotas que, a partir de ahora, serán conocidas como estaciones remotas.

En una SCADA, la Estación Maestra recibe datos de las condiciones de los equipos en campo que son enviados por las Estaciones Remotas (RTU). Procesa la información y envía comandos a estas para mantener las variables de los procesos dentro de los parámetros establecidos. La Red de Telemetría permite establecer el intercambio de información entre la estación maestra y las unidades remotas. Cuando hablamos de telemetría nos referimos básicamente a tres componentes: la topología usada que corresponde al arreglo geométrico de los nodos (punto a punto, punto a multipunto, etcétera.), el modo de transmisión, que es la forma cómo viaja la información entre los distintos nodos de la red (full duplex y half duplex) y el medio utilizado para enviar y recibir la información (línea física dedicada, a través del medio atmosférico, a través de las líneas de alta tensión, etcétera.). Existe también la Estación de Supervisión que permite la visualización gráfica del estado del proceso, es decir proporciona al operador las funciones de control y supervisión de la planta.

Una configuración punto-multipunto con un modo de recolección de datos basado en mensajes es mejor utilizada en redes en donde el tiempo de comunicación con las estaciones remotas no es crítico. El presente trabajo está enfocado en esta última configuración.

PROCEDIMIENTO

En los laboratorios de Tecsup, se implementó una red con una configuración punto-multipunto y la investigación se centró en los mensajes intercambiados entre una estación remota y la estación maestra. Cada una de las estaciones contó con una computadora para su configuración y monitoreo. A continuación se detalla el equipamiento y software empleados:

- Computadoras para configuración y monitoreo.
- Controladores programables MicroLogix 1100, modelo 1763-L16BWA.
- Radio Modems modelo PLR5000 de Data-Linc Group.
- Osciloscopios PicoScope. Modelo 3205.
- Software RSLinx Gateway. Revisión 2.40.01 (Build 16) de Rockwell Software.
- Software RSLogix500 Pro. Revisión 7.00.00 (CPR 7) de Rockwell Software.
- Software Hyper Terminal. Versión 5.1 de Microsoft Corporation.

Configuración de la red punto a multipunto

La red utilizada se muestra en la Figura 1.

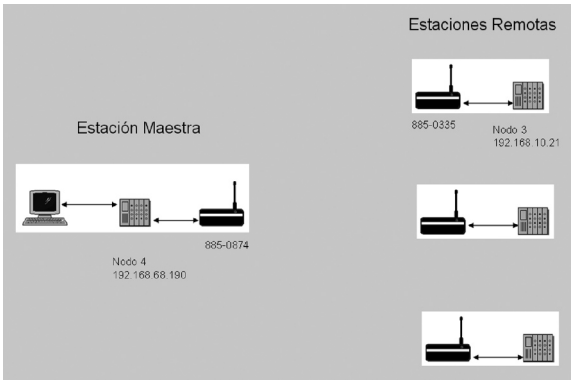

Figura 1. Red punto multipunto.

Para la consecución de nuestro primer objetivo necesitamos configurar los controladores programables. El MicroLogix 1100 posee botones externos que junto con su display nos permite configurar el puerto 0 con el protocolo DF1 Full Duplex. Estableciendo un enlace con su computadora de configuración, configuramos los puertos 0 y 1 del controlador programable que funcionará como estación maestra. Del mismo modo configuramos los puertos 0 y 1 del controlador programable que funcionará como estación remota [1].

A continuación cargamos el programa en la estación maestra que, haciendo uso de la instrucción MSG, leerá datos de la estación remota. En nuestro caso, el estado de las salidas de la estación remota. Los parámetros de configuración para el canal 0 de la estación maestra se muestran en la Tabla 1 y sus parámetros de control en la Tabla 2. El canal 1 se configura de acuerdo a la Tabla 3, será a través de este canal que descargaremos el programa. De manera similar se descarga el programa para la estación remota, a través de su puerto 1. Hasta aquí hemos configurado nuestra red de adquisición de datos con el protocolo punto multipunto, DF1 Half Duplex.

Parámetros de configuración

	Canal 0	
	Maestro	**Remoto**
Driver	DF1 Half Duplex Master	DF1 Half Duplex Slave
Nodo	4	3
Baudios	19200	19200
Paridad	Ninguna	Ninguna

Tabla 1. Configuración del canal 0.

Protocol Control	
ACK Timeout (x20 ms)	50
Message Retries	3
Reply Msg. Timeout (x20 ms)	1

Tabla 2. Control para estación maestra.

	Maestro	**Remoto**
Set Modem Mode	Point to MultiPoint Master	Point to MultiPoint Slave
Set Baud Rate	19200	19200
Modem Call Book	000-0000	885-0874

Tabla 3. Configuración de canal 1.

	Maestro	**Remoto**
Set Modem Mode	Point to MultiPoint Master	Point to MultiPoint Slave
Set Baud Rate	19200	19200
Modem Call Book	000-0000	885-0874

Tabla 4. Configuración de radio modems.

Método para la determinación del tiempo de barrido

Para la consecución de nuestro segundo objetivo elaboramos el siguiente esquema de pruebas:

- Primero: enlazamos óhmicamente la estación maestra con una estación remota y determinamos los tiempos involucrados para el envío de los mensajes. Esta será nuestra condición de referencia.

- Segundo: reemplazamos el enlace óhmico por uno con radio modems y medimos los tiempos, lo cual debe llevarnos a establecer el tiempo de barrido para un sistema de recolección de datos remotos.

Condición de referencia

Considerando toda la configuración realizada hasta este momento, la Figura 2 muestra las señales transmitidas (parte superior) y recibidas (parte inferior) por nuestra estación maestra. Como es nuestra condición de referencia, el enlace entre la estación maestra y una estación remota es óhmico. La Figura 3 muestra la estadística correspondiente.

La numeración en la Figura 2 tiene el siguiente significado:

1. La estación maestra realiza el pedido de lectura de datos.
2. La estación remota reconoce el pedido.
3. La estación maestra solicita el envío de los datos.
4. La estación remota envía los datos.
5. La estación maestra reconoce haber recibido los datos.
6. Tiempo que espera la estación maestra para volver a leer nuevos datos.

Medición de tiempos

Antes de realizar la segunda parte de nuestro esquemas de pruebas necesitamos, primero, configurar los radio modems. Utilizando el Hyper Terminal configuramos el puerto serial de una computadora con los valores indicados en la Tabla 1 de la guía de usuario del radio MODEM [2]. La Tabla 4 muestra los parámetros de configuración de los radio modems.

Con la ayuda del Hyper Terminal enviamos el carácter "h" al puerto serial de la computadora. Se mantuvo presionada la tecla "h" de modo tal que los caracteres se enviaban de manera continua. Cada línea de la Figura 4 representa el envío de un carácter.

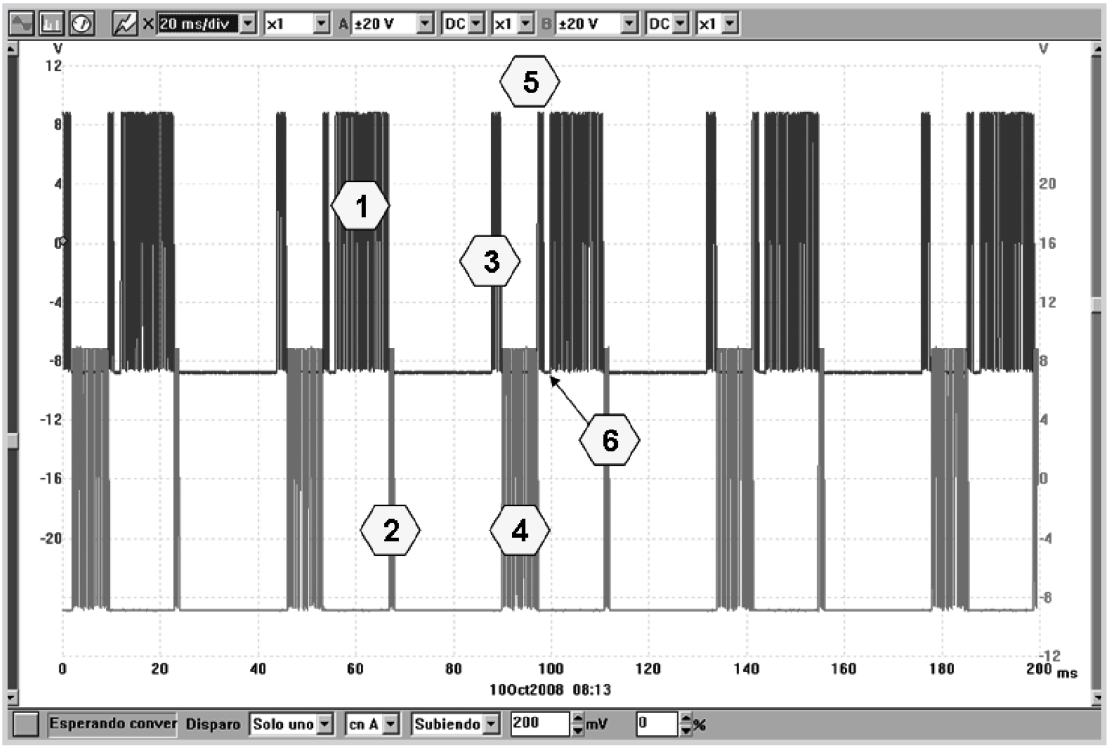

Figura 2. Enlace óhmico.

Acto seguido se conectó al puerto serial de la computadora, el radio MODEM configurado para conectarse con la estación maestra. A prudente distancia se colocó el radio MODEM configurado para conectarse con la estación remota, a este último radio MODEM se le hizo un puente entre sus pines de transmisión y recepción. De este modo calculamos el tiempo de retardo introducido por los dos radio modems. La Figura 5 muestra el retardo introducido por el enlace de los radio modems. La señal superior muestra el envío de los caracteres y la señal inferior muestra la recepción de los mismos.

La Figura 5 muestra algo interesante, el radio MODEM encapsula la información que recibe antes de retrasmitirla. En este caso, envía los caracteres en grupos de siete. En la Figura 6 se ha sincronizado el canal B del osciloscopio con la señal recibida para poner en evidencia el encapsulamiento.

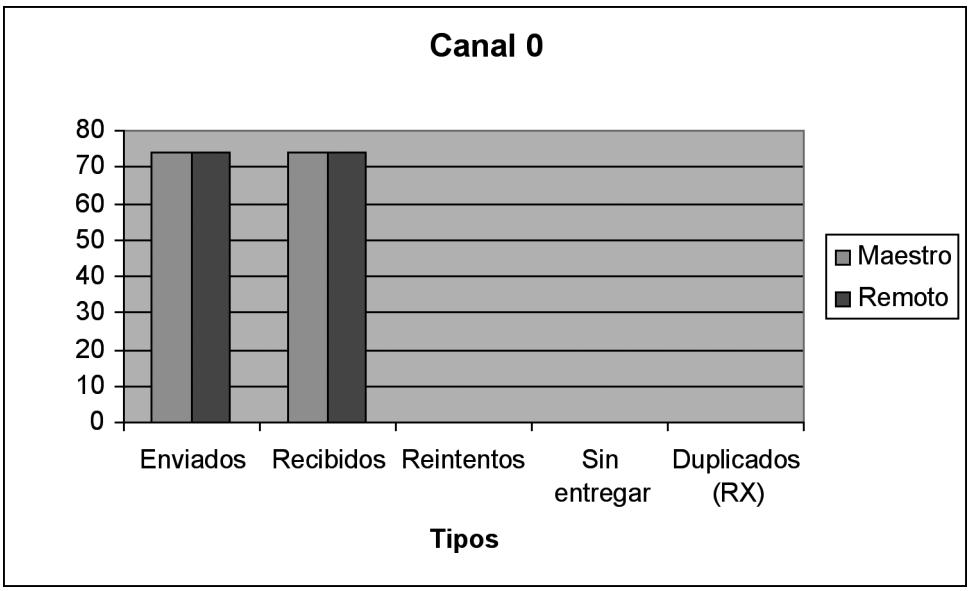

Figura 3. Estadística para la condición de referencia.

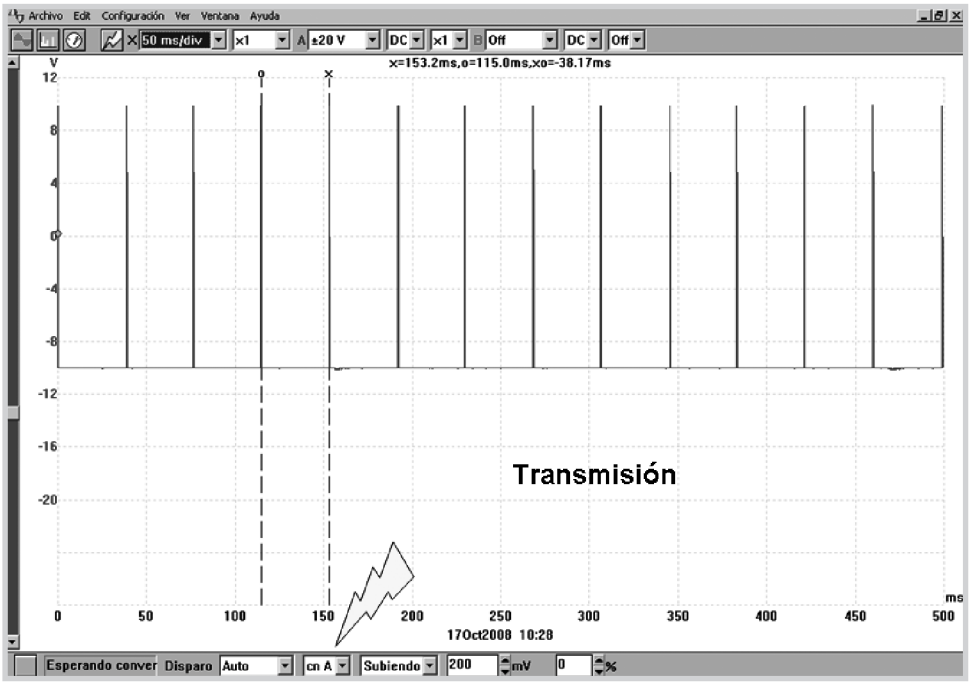

Figura 4. Envío de los caracteres "h".

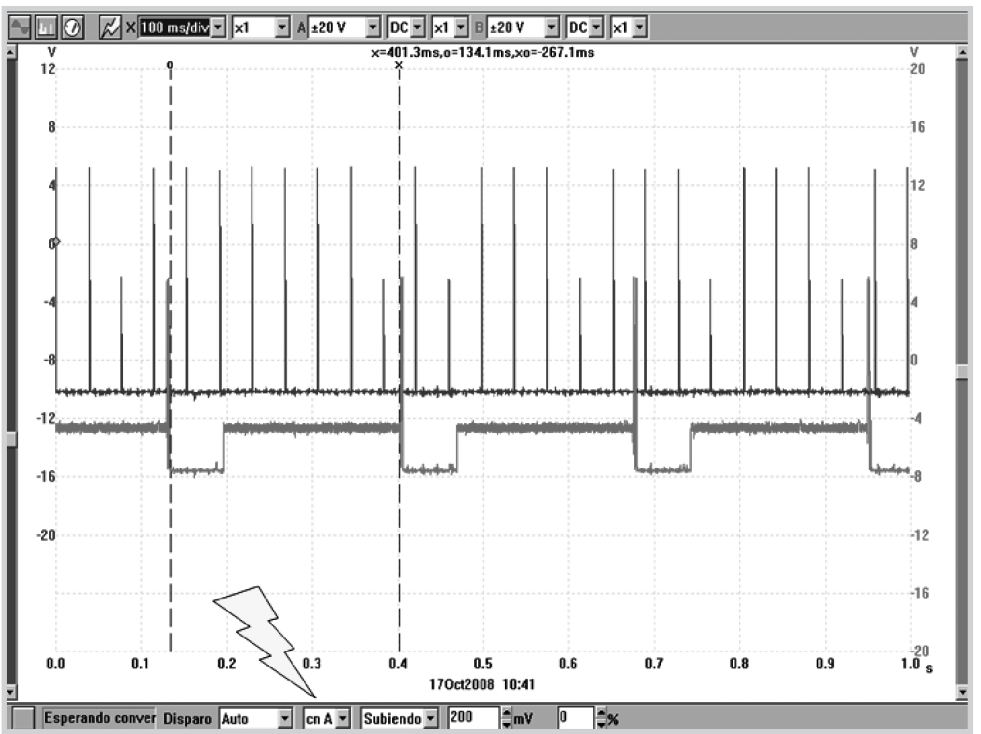

Figura 5. Envío y recepción de los caracteres "h".

Hasta aquí hemos obtenido datos de nuestra condición de referencia. En seguida procedemos a reemplazar el enlace óhmico por un enlace con radio modems para analizar su funcionamiento. La Figura 7 muestra en la parte superior, las señales transmitidas por la estación maestra y en la parte inferior, las señales recibidas por la misma estación maestra.

El significado de la numeración es el mismo que el de la Figura 2. El tiempo entre las señales 2 y 3 es el tercer parámetro de la Tabla 2. El tiempo entre la finalización de un mensaje y el envío de otro se muestra en la Figura 7 con el número 6. Este tiempo se determina por software. En el programa se incluye un temporizador cuyo Preset es precisamente este tiempo. La Figura 8 muestra precisamente este retardo para un Preset de 60 ms.

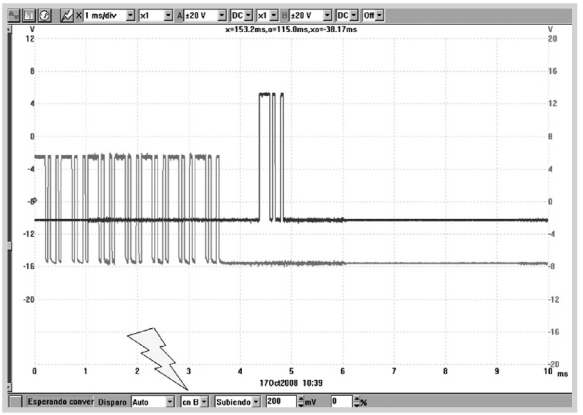

Figura 6. Agrupación de caracteres por el radio MODEM.

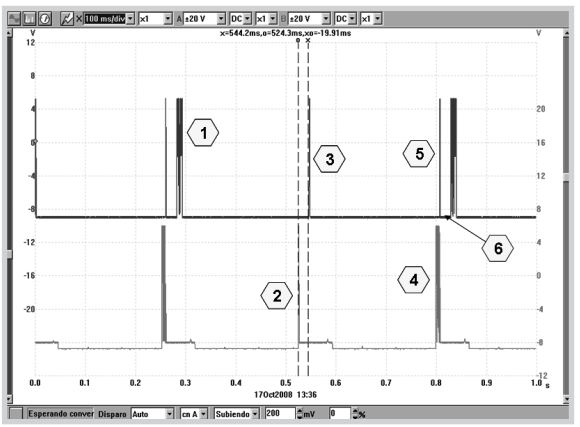

Figura 7. Mensajería con enlace de radio modems.

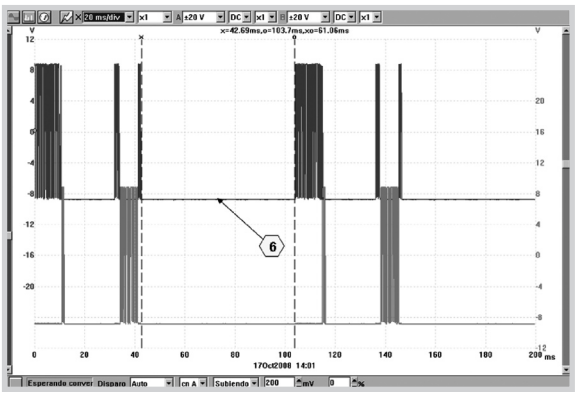

Figura 8. Programa con Preset de 60 ms.

Finalmente, la Figura 9 muestra la condición de pérdida de enlace, la parte superior corresponde a la señal transmitida por la estación maestra y la parte inferior a la señal recibida. Observe que el tiempo entre las señales es precisamente el parámetro ACK Timeout, este valor se escogió para efectos de prueba. El valor adecuado se determinará más adelante. La estadística correspondiente a esta condición se muestra en la Figura 10.

RESULTADOS

El protocolo DF1 está basado en la especificación ANSIx3.28 y puede ser configurado para una operación full duplex o half duplex. El protocolo DF1 Half Duplex se utiliza en sistemas SCADA para comunicaciones maestro/esclavos. Esto permite comunicación bidireccional en una dirección a la vez. El usuario deberá ingresar los diferentes parámetros que controlan este protocolo de acuerdo con las necesidades propias de su aplicación. Parámetros tales como:

- Control line
- ACK Timeout
- Error Deteccion
- Polling Mode
- Duplicate Packet detect
- Messages Retries
- Reply Msg. Timeout
- Pre Transmit Delay
- Polling Timeout
- EOT Suppresion

En muchos casos los valores que por defecto se asignan a estos parámetros son suficientes para configurar un sistema o es un buen punto de partida para la búsqueda de los valores óptimos. El presente trabajo se centró en una recolección de datos remotos basado en mensajes, pero existe otra forma llamada recolección estándar [3].

La transferencia de datos basada en mensajes permite decidir por programa, el instante de inicio de la transferencia de datos. Para la parte del programa que tiene que ver con las instrucciones MSG, servirán de mucho los ejemplos mostrados en la Guía de Aplicación de Sistemas SCADA de Allen-Bradley [4]. En las Figuras 7 y 8 se comprueba que la actividad de la estación remota se limita a responder los requerimientos de la estación maestra, lo que le permite a esta maestra comunicarse selectivamente con alguna estación remota específica.

De otro lado, el método propuesto para medir los tiempos involucrados en un intercambio de datos remotos, nos llevó a experimentar con el puerto serial de la PC. La Figura 4 muestra que los caracteres se envían con intervalos de 38,17 ms. Cabe mencionar que el puerto de la PC también se configuró para una velocidad de 19200 baudios. El envío por ráfagas de datos a cargo del radio MODEM hace posible la siguiente situación: si el tiempo transcurrido entre las señales 1 y 2 de la Figura 7 excede

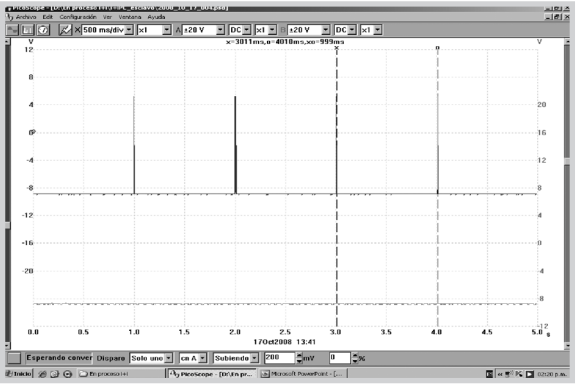

Figura 9. Mensajería con pérdida del enlace con radio modems.

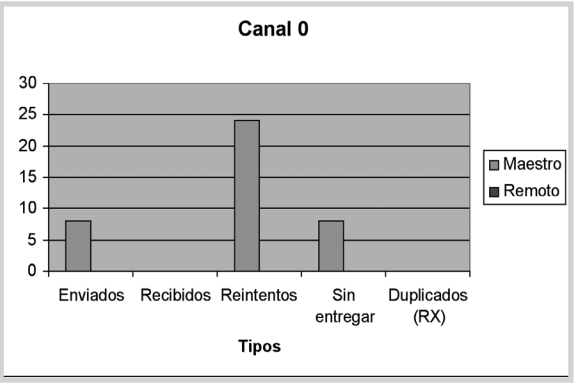

Figura 10. Estadística para la condición de pérdida de enlace.

el tiempo establecido en el parámetro ACK Timeout de la estación maestra, ocurrirá una pérdida del enlace. Este parámetro unido al de Message Retry incrementará el tiempo de barrido del sistema.

En la Guía de Aplicación de Sistemas SCADA de Allen Bradley [5] se plantea un método para determinar un solo tiempo, el Minimum Master ACK Timeout; los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Minimum Máster ACK Timeout.

Parameter	Example Values (in ms)
Max message transmision time	224
Average program scan time	20
RST Send Delay	60*
modem turnaround time	50*
calculated ACK Timeout	304
round up to nearst 20 ms	320

* Se escoge el mayor de los dos.

Con los datos de la Figura 7 obtenemos el tiempo entre las señales 1 y 2 que es de 228,9 ms y basados en esto escogemos el valor de 240 ms para nuestro ACK Timeout por lo que tendríamos que modificar el primer parámetro de la Tabla 2. Calculemos ahora el tiempo de barrido para una estación remota, como se muestra en la Tabla 6. Se utilizó el criterio de diseño para el peor caso, con las siguientes suposiciones:

1. La estación remota es la que tiene la mayor cantidad de entradas y/o salidas.
2. El programa de la estación maestra tiene tres mensajes de lectura como máximo.
3. El enlace de radio modems no usa repetidores.

Descripción	Tiempo (ms)	
Tres reintentos por cada mensaje	2160,0	
Envío de los tres mensajes	1602,6	*
Tiempo de barrido para un Remoto	3762,6	

Tabla 6. Tiempo de barrido para un remoto.

* La Figura 7 muestra el tiempo transcurrido entre mensajes, en este caso es de 534,2 ms

Para obtener el tiempo de barrido del sistema se tiene que multiplicar por el número total de estaciones remotas. La importancia de escoger el radio MODEM adecuado se nota en el siguiente cálculo. De nuestra condición de referencia (Figura 2); el tiempo transcurrido entre mensajes consecutivos es de 44,24 ms. Comparándolo con los 534,2 ms obtenidos en el enlace con radio modems (Figura 7), se obtiene un retardo de 489,96 ms. El método permite escoger el tiempo más adecuado de acuerdo con cada aplicación en particular.

CONCLUSIONES

- Se configuró una red de adquisición de datos remotos con los parámetros adecuados para su buen funcionamiento. El enlace radioeléctrico se realizó a través de radio modems.
- El método propuesto para la medición de tiempos supone el conocimiento del protocolo empleado para poder identificar las señales en un osciloscopio.
- La recolección de los datos de las estaciones remotas se realiza de un modo determinístico definido por el usuario.

REFERENCIAS

[1] Bailey, D (2006). Practical SCADA for Industry. PLCs used as RTUs. Great Britain: Elsevier

[2] Data-Linc Group. User Guide. PLR5000. P/N 161-09888-001. Page 5.

[3] Allen-Bradley. SCADA System. Application Guide. Publication AG-6.5.8 – October 1998. Chapter 1.

[4] Allen-Bradley. SCADA System. Application Guide. Publication AG-6.5.8 – October 1998. E4-E5.

[5] Allen-Bradley. SCADA System. Application Guide. Publication AG-6.5.8 – October 1998. Page 4-10.

ACERCA DEL AUTOR

Ramón Robalino Gómez es ingeniero electrónico. Posee un Posgrado en Ingeniería de Telecomunicaciones. Participó en proyectos de diseño de equipos para telefonía y también en cursos de Electrónica Aplicada en Belo Horizonte, Brasil. Tiene 16 años de experiencia como profesor en cursos de Telecomunicaciones y Electrónica en Tecsup.